

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA      Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
RILEVATI  
RILEVATO FERROVIARIO A.V. DAL KM 3+700,00 AL KM 4+046,17  
GENERALE  
Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Marzo 2021	ing. Luca Zaccaria iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n.A1206 Data:		-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    Progr.    REV.    FOGLIO

I	N	1	7	1	1	E	I	2	R	I	R	I	1	1	0	4	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA  Il Responsabile (Dot. Ing. Vito Mello) ALDO PROVINCIALE INGEGNERI VERONA Iscrizione N° 1553 Data: Marzo 2021
A	EMISSIONE	Rocca	31/03/21	Guiarte	31/03/21	Aiello	31/03/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711E12RIR1104001A.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 2 di 26

## INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE .....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	PARAMETRI DI RIFERIMENTO .....	3
3.1	Idrologia .....	3
3.2	Coefficienti di deflusso .....	4
4	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA .....	5
4.1	Descrizione del sistema .....	5
4.2	Metodologia di verifica dell'interasse tra gli embrici .....	6
4.3	Metodologia di verifica delle canalette e dei fossi di guardia rivestiti .....	7
4.4	Metodologia di verifica dei bacini di laminazione.....	8
4.5	Metodologia di verifica delle tubazioni di attraversamento e delle tubazioni di scarico .....	9
5	VERIFICA DELL'INTERASSE TRA GLI EMBRICI .....	11
6	VERIFICHE DELLE CANALETTE E DEI FOSSI DI GUARDIA RIVESTITI .....	12
6.1	Canaletta RI11-CR01-AVBD .....	12
6.2	Canaletta RI11-CR02-AVBD .....	13
6.3	Fosso di guardia RI11-FR01-AVBD.....	14
6.4	Fosso di guardia RI11-FR02-AVBD.....	15
6.5	Fossi di guardia RI11-FR01-AVBP, RI11-FR02-AVBP, RI11-FR03-AVBP, RI11-FR04-AVBP .....	16
6.6	Fosso di guardia RI11-FR05-AVBP .....	17
7	VERIFICHE DEI BACINI DI LAMINAZIONE .....	18
7.1	Bacino di laminazione RI11-BL01.....	18
8	VERIFICHE DELLE TUBAZIONI DI ATTRAVERSAMENTO.....	22
8.1	Tubazione RI11-TA01.....	22
8.2	Tubazione RI11-TA02.....	23
8.3	Tubazioni FA02-TA01 e FA02-TA02 .....	24
9	VERIFICHE DELLE TUBAZIONI DI SCARICO.....	25
9.1	Tubazione RI11-TS01.....	25
9.2	Tubazioni RI11-TS02, RI11-TS03 e RI11-TS04.....	25
10	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	26

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 3 di 26

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione del rilevato ferroviario denominato RI11, facente parte della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

L'intervento inizia al km 3+700.00 e termina al km 4+046.17.

Le acque raccolte dall'intero sistema vengono recapitate attraverso la tubazione al km 3+975 nel bacino di laminazione RI11-BL01 e successivamente vengono scaricate nella Fossa Gardesana.

Afferiscono al sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di questo rilevato anche le portate provenienti dai due tratti di intervento precedenti (RI09A e RI10A).

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, "Norme in materia ambientale"
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici" e in particolare l'Allegato A, "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche".

## 3 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

### 3.1 Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è TR = 100 anni, in linea con quanto prescritto nel manuale di progettazione RFI, parte II sezione 3.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 						
			Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 4 di 26

tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Per la tratta Verona-Vicenza sono stati ottenuti i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

scrosci	Tr 100 anni	
	a (mm/ore <sup>n</sup> )	n (adim.)
<b>Stazione</b>		
Verona Adige Nord	102.340	0.5950
Buttapietra	86.752	0.6177
Buttapietra/Arcole	94.281	0.6201
Colognola ai Colli	84.477	0.5368
Arcole	101.760	0.6220
Lonigo	99.498	0.5742
Brendola	87.615	0.5115
S.Agostino Vicenza	66.965	0.3891

piogge orarie	Tr 100 anni	
	a (mm/ore <sup>n</sup> )	n (adim.)
<b>Stazione</b>		
Verona Adige Nord	78.22	0.170
Buttapietra	81.64	0.129
Buttapietra/Arcole	85.945	0.1302
Colognola ai Colli	78.70	0.183
Arcole	90.07	0.132
Lonigo	85.05	0.115
Brendola	71.79	0.251
S.Agostino Vicenza	69.30	0.230

Nella tratta oggetto della presente Relazione si fa riferimento ai valori della stazione di Verona Adige Nord.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1711EI2RGID00000040).

### 3.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso ( $\varphi$ ) alle rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Come indicato dalla normativa regionale (Allegato A alla DGR 2948 del 6 ottobre 2009) si utilizza un coefficiente di deflusso  $\varphi = 0.9$  per le aree pavimentate,  $\varphi = 0.6$  per le scarpate dei rilevati,  $\varphi = 0.2$  per le superfici permeabili e  $\varphi = 0.1$  per le aree agricole.

Si calcolano quindi le superfici afferenti efficaci come:  $A_{eff} = \varphi A$ .

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 5 di 26

## 4 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

### 4.1 Descrizione del sistema

Le acque meteoriche della semi-piattaforma ferroviaria lato B.D., nel tratto da inizio rilevato a pk 3+900, vengono smaltite mediante canalette rettangolari in cls di larghezza 40cm con griglia carrabile, posizionate sul ciglio piattaforma, che raccolgono anche le acque intercluse tra Linea Storica e linea AV/AC; a pk 3+900 la canaletta smaltisce in un fosso rivestito che prosegue fino a fine rilevato, dove scarica nel bacino di laminazione di RI11 tramite l'attraversamento idraulico a pk 3+975.

Le acque meteoriche della semi-piattaforma ferroviaria lato B.P. vengono smaltite mediante embrici posizionati sulle scarpate del rilevato ad interasse medio pari a 15m, che recapitano in un fosso in cls al piede rilevato.

Il fosso in corrispondenza del piazzale tecnologico prosegue aggirando il rilevato del piazzale e attraversando le due viabilità di accesso est/ovest mediante tubazioni, e smaltisce nel bacino di laminazione di RI11 tramite l'attraversamento idraulico a pk 3+975.

Il bacino di laminazione, predisposto per accogliere le acque di piattaforma dei rilevati RI09-RI10-RI11, è costituito da una vasca in terra con pareti e fondo costituiti da uno strato di ghiaia rivestito da biostuoie, e scarica nella Fossa Gardesana esistente previa regolazione della portata mediante pozzetto con bocca tarata.

Per la realizzazione di tale scarico, è necessario l'attraversamento di Via Pontara Sandri (viabilità di progetto NV55), ubicata tra la linea AV/AC e la fossa Gardesana. In considerazione del dislivello tra la quota della tubazione di scarico e la quota della viabilità stradale, si prevede che tale attraversamento venga eseguito mediante microtunneling.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Planimetria Idraulica.

Gli elementi costituenti il sistema ed oggetto di verifica sono quindi:

- Embrici;
- Fossi di guardia rivestiti;
- Canalette;
- Bacini di laminazione;
- Manufatti di regolazione delle portate;
- Tubazioni di attraversamento;
- Tubazioni di scarico.

Nei paragrafi che seguono si descrivono le diverse metodologie utilizzate per le verifiche.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 6 di 26

#### 4.2 Metodologia di verifica dell'interasse tra gli embrici

La raccolta dell'acqua di piattaforma, per i tratti in rilevato, è realizzata tramite canalette ad embrice, ovvero elementi discontinui posti ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante; la portata sfiorata  $Q$  [ $m^3/s$ ] può essere definita come:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh}$$

nella quale:

- $C_q = 0,385$  è il coefficiente di deflusso;
- $L$  [m] rappresenta la larghezza dell'embrice;
- $h$  [m] rappresenta l'altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice.

Si è imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il drenaggio della piattaforma ferroviaria in rilevato avviene lungo il cordolo che delimita la piattaforma, che può essere costituito da un semplice cordolo bituminoso oppure dal cordolo su cui vengono montate le barriere antirumore. L'impluvio che si viene così a creare è costituito da una sezione triangolare la cui altezza è strettamente legata all'altezza del cordolo che la delimita; la massima altezza del velo d'acqua che scorre quindi lungo il cordolo costituisce il limite da rispettare nella scelta dell'interasse tra gli elementi di scarico. In linea generale viene ritenuta accettabile un'altezza massima del velo d'acqua pari a 6 cm (considerando che il cordolo bituminoso ha normalmente un'altezza di 8 cm), cui corrisponde, con una pendenza trasversale del sub-ballast pari al 3%, un allagamento massimo di 1.80m.

Nella tabella di calcolo si inseriscono le caratteristiche geometriche della piattaforma, i valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica e le caratteristiche dell'elemento di raccolta (embrice) e si ottengono i valori della portata convogliata lungo il cordolo e della portata sfiorante dall'embrice, da cui si ricava il valore dell'interasse minimo da mantenere.

I valori da considerare sono due:

- l'interasse tra gli scarichi, che è funzione della capacità di portata della cunetta che si crea lungo il cordolo a lato della piattaforma, che a sua volta dipende direttamente dalla pendenza longitudinale del tratto e dalla larghezza della superficie drenata;
- l'interasse tra gli embrici, come funzione della capacità di portata dell'embrice stesso in relazione alle sue dimensioni geometriche.

Gli embrici andranno posizionati ad una distanza inferiore ad entrambi i valori ottenuti.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 7 di 26

#### 4.3 Metodologia di verifica delle canalette e dei fossi di guardia rivestiti

La portata affluente è determinata mediante l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = 2520 n' \frac{(\varphi a)^{1/n'}}{W^n} [l/s \cdot ha]$$

dove:

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso, assunto costante e pari a 0,9 come indicato nel manuale di progettazione RFI (paragrafo 3.7.2.2.6);
- $W$  è il volume specifico d'invaso, dato da  $W = W_1' + W_1'' + W_2$
- $W_1' = 0,005$  m, per la parte relativa alla piattaforma ferroviaria con presenza della massicciata (paragrafo 3.7.2.2.6 manuale di progettazione RFI);
- $W_1'' = 0,003$  m, per la parte (velo d'acqua) relativa alla eventuale porzione di bacino scolante esterna alla piattaforma (paragrafo 3.7.2.2.6 manuale di progettazione RFI);
- $W_2 = p \times A_i/L$  m, per la parte relativa alla canaletta, ponendo che la sezione liquida massima sia pari al p% della sezione totale  $A_i$ ;  $L$  è la larghezza del bacino scolante;
- i parametri  $a$  (in metri-ore<sup>-n</sup>) ed  $n'$  della curva di probabilità climatica (per  $Tr = 100$  anni) da assumere nella formula di  $u$ , sono riportati nel precedente paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Determinato il coefficiente udometrico  $u$ , la portata affluente per metro di lunghezza della canaletta è pari a:

$$q = \frac{u}{10000} \cdot L \quad (l/s/m)$$

La verifica della sezione della canaletta viene eseguita applicando la formula di Chézy:

$$Q = A \left[ \left( \frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

- $Q$ =portata [m<sup>3</sup>/s]
- $A$ =area liquida [m<sup>2</sup>]
- $n$ =coefficiente di scabrezza di Manning [m<sup>1/3</sup>/s] (0,015 per i manufatti in cls)
- $R$ =raggio idraulico [m]
- $J$ =pendenza longitudinale [m/m]

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 8 di 26

Si ricava quindi il valore dell'altezza idrica che corrisponde alla portata affluente precedentemente stimata e si verifica che il riempimento della sezione di progetto sia inferiore all'80%. Le verifiche delle canalette rettangolari e dei fossi rivestiti sono riportate nel capitolo 6.

#### 4.4 Metodologia di verifica dei bacini di laminazione

I fossi di guardia con funzione di laminazione e/o i bacini di laminazione sono stati dimensionati nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha. Un manufatto di regolazione delle portate posto a valle dell'invaso garantisce che la portata scaricata non superi il valore imposto.

Le vasche di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi o nei bacini di laminazione, le cui dimensioni sono legate quindi non alla sola funzione di convogliare le acque afferenti al recapito stabilito ma anche a quella di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale.

Il dimensionamento del volume da accumulare è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;
- $\varphi$  = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica;
- $t_c$  = tempo di corrivazione del bacino scolante, dal calcolo della rete di drenaggio;
- $Q_u$  = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- $\theta_w$  = durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 9 di 26

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

Vengono inoltre simulati diversi eventi di pioggia, con l'applicazione del metodo cinematico, dai quali si ottengono i grafici dell'andamento del volume accumulato e del tirante idrico nel fosso/bacino in funzione della durata della precipitazione. La durata dell'evento critico è quella ricavata dal metodo Alfonsi-Orsi precedentemente descritto, a tale evento corrisponde il massimo volume da invasare.

La portata in uscita dal sistema corrisponde alla massima portata scaricabile ed è assunta costante per semplicità, anche se con un calcolo più raffinato dovrebbe partire da un valore nullo per aumentare al crescere del livello idrico nel serbatoio di accumulo. Dato che si tratta di portate estremamente piccole si è ritenuto di poter tralasciare il calcolo raffinato assegnando un franco minimo di sicurezza all'interno del fosso/bacino.

I volumi da laminare ottenuti con i due metodi risultano pressoché uguali.

Ai fossi viene data una leggera pendenza longitudinale che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento del fosso stesso.

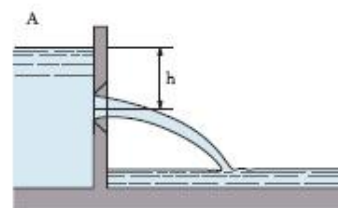
Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema.

Il controllo della portata in uscita avviene attraverso una luce opportunamente dimensionata applicando la formula della portata effluente da luce a battente:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

nella quale:

- $\mu = 0,6$  è il coefficiente di contrazione;
- $A$  [m<sup>2</sup>] rappresenta la sezione del foro =  $\pi D^2/4$ , con  $D$  [m] diametro del foro;
- $h$  [m] rappresenta il carico idraulico sulla luce =  $H-D/2$ , con  $H$  [m] altezza del pelo libero nel manufatto.
- $g$  [m/s<sup>2</sup>] è l'accelerazione di gravità.



Una volta individuato il bacino afferente si calcola la massima portata scaricabile e con la formula appena descritta si ricava il valore del diametro della luce effluente.

Le verifiche dei sistemi di laminazione e dei manufatti di regolazione delle portate sono riportate al capitolo 7.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 10 di 26

#### 4.5 Metodologia di verifica delle tubazioni di attraversamento e delle tubazioni di scarico

L'analisi idraulica delle tubazioni viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

Viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[ \left( \frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

- Q=portata [m<sup>3</sup>/s]
- A=area liquida [m<sup>2</sup>]
- n=coefficiente di scabrezza di Manning [m<sup>1/3</sup>/s] (0,015 per le tubazioni in cls, 0,012 per il PVC)
- R=raggio idraulico [m]
- J=pendenza longitudinale [m/m]

Le tubazioni si ritengono verificate con riempimento massimo pari all'80%.

Inoltre, come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974, la velocità massima della corrente all'interno della tubazione non dovrà di norma superare i 5 m/s.

Le verifiche delle tubazioni di attraversamento sono riportate nel capitolo 8; le verifiche delle tubazioni di scarico sono riportate nel capitolo 9.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 11 di 26

## 5 VERIFICA DELL'INTERASSE TRA GLI EMBRICI

Le acque meteoriche della semi-piattaforma ferroviaria lato B.P. vengono smaltite mediante embrici posizionati sulle scarpate del rilevato ad interasse medio pari a 15m, che recapitano in un fosso in cls al piede rilevato.

La larghezza della superficie drenata è quella della semipiattaforma del B.P..

La pendenza longitudinale della livelletta ferroviaria nel tratto in esame è pari allo 0.208%; la larghezza della piattaforma drenata è 6.35m.

Con una fascia allagata di larghezza 1.40m e un'altezza massima del velo d'acqua di 4.2cm l'interasse massimo tra gli scarichi risulta pari a 16.2m, mentre l'interasse tra gli elementi di raccolta risulta pari a 17.81m. L'interasse di progetto è 15m, la verifica è pertanto soddisfatta.

Calcolo deflusso			RI11
<b>Sezioni</b>			<b>km 3+700 - 3+975</b>
Larghezza piattaforma drenata [m]	W		6.35
Pendenza trasversale sub-ballast [%]	i		0.03
Angolo sulla verticale [grad]	q		88.28
Larghezza banchina allagata [m]	b		1.40
Altezza d'acqua massima ammissibile [m]	h		0.042
Pendenza ferroviaria longitudinale [m/m]	p		0.0021
Area di deflusso [m <sup>2</sup> ]	Ad		0.03
Raggio idraulico banchina [m]	R		0.02
Coefficiente di Strickler sub-ballast [m <sup>1/3</sup> /s]	Ks		80.00
Portata longitudinale convogliata dalla banchina [l/s]	Q		8.00
Velocità di deflusso in cunetta [m/s]	v		0.27
Calcolo interassi scarico acque miste			
<b>Coefficienti c.p.p.</b>	a [mm/h <sup>n</sup> ]	102.34	
<b>Verona Parco Adige Nord</b>	n	0.595	
Durata precipitazione [min]	T <sub>c</sub>	5	
Coefficiente di laminazione	e	1.00	
Coefficiente di afflusso	j	1.00	
Intensità precipitazione [mm/h]	i	280	
Coefficiente udometrico [l/s/ha]	u	778	778.3
Portata drenata/m [l/s/m]	Q		0.49
<b>INTERASSE SCARICHI [m]</b>			<b>16.2</b>
<b>Progetto</b>			
<b>INTERASSE ELEMENTI DI RACCOLTA [m]</b>			<b>15</b>
Verifica interasse embrici			
Carico idrico [m]	h		0.04
Coeff di contrazione	C <sub>q</sub>	0.385	
Larghezza embrice [m]	L	0.6	
Portata sfiorata embrice [l/s]	Q		8.80
<b>Interasse embrici [m]</b>	<b>Xe</b>		<b>17.81</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 12 di 26

## 6 VERIFICHE DELLE CANALETTE E DEI FOSSI DI GUARDIA RIVESTITI

### 6.1 Canaletta RI11-CR01-AVBD

Costituisce l'ottavo tratto della canaletta che inizia nel rilevato RI09A alla progressiva km 2+900, prosegue lungo tutto il rilevato RI10A e termina all'attraversamento RI11-TA01 al km 3+975 (v. elaborati rilevato RI09A e RI10A). L'ultimo tratto, dal km 3+900 al km 3+975, è costituito da un fosso di guardia.

L'intera canaletta è lunga circa 1km, viene suddivisa in tratti per ottimizzare il dimensionamento.

In questo tratto, da km 3+645 a km 3+790, la canaletta ha dimensioni interne 40x110cm, viene posizionata a lato della piattaforma e raccoglie le acque meteoriche afferenti sulla semipiattaforma del binario dispari della linea AV e della semipiattaforma del binario pari della linea storica rilocata.

La canaletta viene posizionata seguendo l'andamento altimetrico della piattaforma ferroviaria e ha quindi la stessa pendenza (0,21%). La verifica tiene conto anche della portata proveniente dal tratto precedente.

La canaletta è verificata con un riempimento dell'81%.

Calcolo afflussi diretti					
L1=	13	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;			
L2=	0.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;			
L= L1 + L2 =	13	(m)			
Area bagnata (b=0.4m h=0.89m) =	0.357	m <sup>2</sup>			
W1'=	0.005	(m)			
W1''=	0	(m)			
W2= A/L =	0.027	(m)			
Risulta quindi W=	0.032	(m)			
Il coefficiente di deflusso medio è	0.90	.			
Con i dati riportati si calcola:					
coefficiente udometrico u =	280.79	(l/s/ha)			
portata affluente per metro di cunetta =	0.365	(l/s/m).			
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	889.147	m, si calcola una portata di progetto di	324.6	l/s.	
Verifica sezione manufatto					
Largh. fondo .....	0.40	m			
Altezza totale .....	1.10	m			
Pendenza sponde H/V .....	pareti verticali	m/m			
Percentuale riempimento .....	81	%			
Altezza idrica .....	0.89	m			
Area bagnata .....	0.36	m <sup>2</sup>			
Raggio Idraulico .....	0.16	m			
Pendenza longitudinale .....	0.0021	m/m			
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>			
Portata .....	324.56	l/s			
Velocità .....	0.91	m/s			
La sezione idraulica, con un riempimento del	81.17	%, risulta verificata			

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 13 di 26

## 6.2 Canaletta RI11-CR02-AVBD

Costituisce il nono tratto della canaletta che inizia nel rilevato RI09A alla progressiva km 2+900, prosegue lungo tutto il rilevato RI10A e termina all'attraversamento RI11-TA01 al km 3+975 (v. elaborati rilevato RI09A e RI10A). L'ultimo tratto, dal km 3+900 al km 3+975, è costituito da un fosso di guardia.

L'intera canaletta è lunga circa 1km, viene suddivisa in tratti per ottimizzare il dimensionamento.

In questo tratto, da km 3+790 a km 3+900, la canaletta ha dimensioni interne 40x110cm, viene posizionata a lato della piattaforma e nel tratto finale si stacca progressivamente per raccordarsi al fosso di guardia RI11-FR01-AVBD.

La verifica tiene conto anche della portata proveniente dal tratto precedente.

La canaletta è verificata con un riempimento del 47%.

Calcolo afflussi diretti				
L1=	13	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;		
L2=	0.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;		
L= L1 + L2 =	13	(m)		
Area bagnata (b=0.4m h=0.52m) =	0.208	m <sup>2</sup>		
W1'=	0.005	(m)		
W1''=	0	(m)		
W2= A/L =	0.016	(m)		
Risulta quindi W=	0.021	(m)		
Il coefficiente di deflusso medio è	0.90	.		
Con i dati riportati si calcola:				
coefficiente idrometrico u =	377.35	(l/s/ha)		
portata affluente per metro di cunetta =	0.491	(l/s/m).		
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	999.147	m, si calcola una portata di progetto di	490.1	l/s.
Verifica sezione manufatto				
Largh. fondo .....	0.40	m		
Altezza totale .....	1.10	m		
Pendenza sponde H/V .....	pareti verticali	m/m		
Percentuale riempimento .....	47	%		
Altezza idrica .....	0.52	m		
Area bagnata .....	0.21	m <sup>2</sup>		
Raggio Idraulico .....	0.14	m		
Pendenza longitudinale .....	0.0164	m/m		
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>		
Portata .....	490.14	l/s		
Velocità .....	2.35	m/s		
La sezione idraulica, con un riempimento del		47.38	%, risulta verificata	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 14 di 26

### 6.3 Fosso di guardia RI11-FR01-AVBD

Fosso di guardia posto al piede del rilevato lato B.D. dal km 3+900 al km 3+975 che riceve le acque provenienti dalla canaletta precedente (RI11-CR02-AVBD) che convoglia le portate anche dei rilevati precedenti (RI09A e RI10A).

Si tratta di un fosso rivestito a sezione trapezia con base minore 75cm, altezza 75cm e sponde con pendenza 1/1. Scorre con pendenza 1.20% in direzione Vicenza e termina in corrispondenza dell'attraversamento RI11-TA01 al km 3+975.

Risulta verificato con un riempimento del 33%.

Calcolo afflussi diretti					
L1=	13	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;			
L2=	0.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;			
L= L1 + L2 =	13	(m)			
Area bagnata (b=0.75m h=0.25m) =	0.248	m <sup>2</sup>			
W1'=	0.005	(m)			
W1''=	0	(m)			
W2= A/L =	0.014	(m)			
Risulta quindi W=	0.019	(m)			
Il coefficiente di deflusso medio è	0.90	.			
Con i dati riportati si calcola:					
coefficiente udometrico u =	399.58	(l/s/ha)			
portata affluente per metro di cunetta =	0.519	(l/s/m).			
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	1074.147	m, si calcola una portata di progetto di	558.0	l/s.	
Verifica sezione manufatto					
Largh. fondo .....	0.75	m			
Altezza totale .....	0.75	m			
Pendenza sponde H/V .....	1 su 1	m/m			
Percentuale riempimento .....	33	%			
Altezza idrica .....	0.25	m			
Area bagnata .....	0.25	m <sup>2</sup>			
Raggio Idraulico .....	0.17	m			
Pendenza longitudinale .....	0.0120	m/m			
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>			
Portata .....	557.97	l/s			
Velocità .....	2.25	m/s			
La sezione idraulica, con un riempimento del	33.14	%, risulta verificata			

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 15 di 26

#### 6.4 Fosso di guardia RI11-FR02-AVBD

Fosso di guardia posto al piede del rilevato lato B.D. dal km 3+975 al km 4+040 che riceve le acque scaricate dagli embrici.

Si tratta di un fosso rivestito a sezione trapezia con base minore 50cm, altezza 50cm e sponde con pendenza 1/1. Scorre con pendenza 0.10% in direzione Verona e termina in corrispondenza dell'attraversamento RI11-TA01 al km 3+975.

Risulta verificato con un riempimento del 29%.

Calcolo afflussi diretti			
L1=	9.55	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;	
L2=	3.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;	
L= L1 + L2 =	12.55	(m)	
Area bagnata (b=0.5m h=0.15m) =	0.094	m <sup>2</sup>	
W1' =	0.003804781	(m)	
W1'' =	0.000717131	(m)	
W2= A/L =	0.006	(m)	
Risulta quindi W=	0.010	(m)	
Il coefficiente di deflusso medio è	0.83	.	
Con i dati riportati si calcola:			
coefficiente idrometrico u =	533.04	(l/s/ha)	
portata affluente per metro di cunetta =	0.669	(l/s/m).	
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	65	m, si calcola una portata di progetto di	43.5 l/s.
Verifica sezione manufatto			
Largh. fondo .....	0.50	m	
Altezza totale .....	0.50	m	
Pendenza sponde H/V .....	1 su 1	m/m	
Percentuale riempimento .....	29	%	
Altezza idrica .....	0.15	m	
Area bagnata .....	0.09	m <sup>2</sup>	
Raggio Idraulico .....	0.10	m	
Pendenza longitudinale .....	0.0010	m/m	
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>	
Portata .....	43.48	l/s	
Velocità .....	0.46	m/s	
La sezione idraulica, con un riempimento del	29.09	%, risulta verificata	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 16 di 26

### 6.5 Fossi di guardia RI11-FR01-AVBP, RI11-FR02-AVBP, RI11-FR03-AVBP, RI11-FR04-AVBP

Sono i fossi di guardia posti al piede del rilevato lato B.P. che dal km 3+750 girano intorno al piazzale FA02 e terminano al km 3+975 dove, attraverso la tubazione RI11-TA02, vengono scaricate nel bacino di laminazione RI11-BL01.

Si tratta di un fosso rivestito a sezione trapezia con base minore 150cm, altezza 50cm e sponde con pendenza 1/1. Scorre con pendenza minima 0.10% in direzione Vicenza.

Risulta verificato con un riempimento del 72%.

Calcolo afflussi diretti				
L1=	16.84886971	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;		
L2=	4.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;		
L= L1 + L2 =	20.84886971	(m)		
Area bagnata (b=1.5m h=0.36m) =	0.672	m <sup>2</sup>		
W1'=	0.004040715	(m)		
W1''=	0.000575571	(m)		
W2= A/L =	0.026	(m)		
Risulta quindi W=	0.031	(m)		
Il coefficiente di deflusso medio è	0.84	.		
Con i dati riportati si calcola:				
coefficiente idrometrico u =	261.76	(l/s/ha)		
portata affluente per metro di cunetta =	0.546	(l/s/m).		
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	1074.147	m, si calcola una portata di progetto di	586.2	l/s.
Verifica sezione manufatto				
Largh. fondo .....	1.50	m		
Altezza totale .....	0.50	m		
Pendenza sponde H/V .....	1 su 1	m/m		
Percentuale riempimento .....	72	%		
Altezza idrica .....	0.36	m		
Area bagnata .....	0.67	m <sup>2</sup>		
Raggio Idraulico .....	0.27	m		
Pendenza longitudinale .....	0.0010	m/m		
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>		
Portata .....	586.20	l/s		
Velocità .....	0.87	m/s		
La sezione idraulica, con un riempimento del	72.18	%, risulta verificata		



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 17 di 26

## 6.6 Fosso di guardia RI11-FR05-AVBP

Fosso di guardia posto al piede del rilevato lato B.P. dal km 3+975 al km 4+040 che riceve le acque scaricate dagli embrici.

Si tratta di un fosso rivestito a sezione trapezia con base minore 50cm, altezza 50cm e sponde con pendenza 1/1. Scorre con pendenza 0.18% in direzione Verona e termina in corrispondenza dell'attraversamento RI11-TA02 al km 3+975.

Risulta verificato con un riempimento del 25%.

Calcolo afflussi diretti			
L1=	9.55	(m), bacino drenato piattaforma ferroviaria;	
L2=	3.00	(m), event. contributo oltre la piattaforma;	
L= L1 + L2 =	12.55	(m)	
Area bagnata (b=0.5m h=0.13m) =	0.079	m <sup>2</sup>	
W1'=	0.003804781	(m)	
W1''=	0.000717131	(m)	
W2= A/L =	0.005	(m)	
Risulta quindi W=	0.010	(m)	
Il coefficiente di deflusso medio è	0.83	.	
Con i dati riportati si calcola:			
coefficiente idrometrico u =	561.36	(l/s/ha)	
portata affluente per metro di cunetta =	0.705	(l/s/m).	
Poiché la lunghezza del tronco di calcolo è pari a	65	m, si calcola una portata di progetto di	45.8 l/s.
Verifica sezione manufatto			
Largh. fondo .....	0.50	m	
Altezza totale .....	0.50	m	
Pendenza sponde H/V .....	1 su 1	m/m	
Percentuale riempimento .....	25	%	
Altezza idrica .....	0.13	m	
Area bagnata .....	0.08	m <sup>2</sup>	
Raggio Idraulico .....	0.09	m	
Pendenza longitudinale .....	0.0018	m/m	
Coefficiente di Manning .....	0.015	s/m <sup>1/3</sup>	
Portata .....	45.79	l/s	
Velocità .....	0.58	m/s	
La sezione idraulica, con un riempimento del	25.29	%, risulta verificata	

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 18 di 26

## 7 VERIFICHE DEI BACINI DI LAMINAZIONE

### 7.1 Bacino di laminazione RI11-BL01

Si tratta di una vasca in terra con pareti e fondo costituiti da uno strato di ghiaia rivestito da biostuoie che scarica nello scolo Orti esistente previa regolazione della portata mediante pozzetto con bocca tarata.

L'effettiva superficie misura al fondo 4125.80m<sup>2</sup> e in sommità (in corrispondenza del massimo livello idrico di 0.75m) 4451.10m<sup>2</sup>. Il volume disponibile è quindi pari a 3216.34m<sup>3</sup>.

Riceve le acque meteoriche afferenti sull'intero rilevato RI11 e anche quelle afferenti sul rilevato RI10A e parte di quelle relative ai rilevati RI09A (dal km 2+900), RI09B (solo il B.P.) e RI10B (solo il B.P.), nonché le acque del piazzale FA02.

Il bacino è alimentato dalla tubazione di attraversamento al km 3+975 (RI11-TA01 e RI11-TA02).

A valle della vasca viene realizzato un manufatto di regolazione della portata uscente (RI11-MRP01), costituito da un pozzetto di dimensioni interne 2.75x2.75m al cui interno si colloca un pancone metallico nel quale è presente un foro di diametro 105mm. Il pozzetto, posizionato sotto lo stradello RFI, è collegato alla vasca da un tubo in PVC DE315 (RI11-TS01) ed è dotato di griglia carrabile amovibile. Dal pozzetto parte la tubazione di scarico in CLS DI400 (RI11-TS02).

Prima dello scarico finale nella Fossa Gardesana è necessario l'attraversamento di Via Pontara Sandri (viabilità di progetto NV55), ubicata tra la linea AV/AC e la fossa Gardesana. In considerazione del dislivello tra la quota della tubazione di scarico e la quota della viabilità stradale, si prevede che tale attraversamento venga eseguito mediante microtunneling (RI11-TS03).

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico dedicato.

Nella prima tabella vengono riportati i dati che caratterizzano il sistema di raccolta e accumulo.

Dati dell'invaso		Caratteristiche percorso di rete (canaletta)			
tipologia:	<b>bacino di laminazione</b>	base	<b>0.40</b>	m	
dimensioni:		altezza	<b>1.00</b>	m	
larghezza	<b>53.00</b> m	lunghezza	<b>980</b>	m	
lunghezza	<b>80.00</b> m	franco	<b>0.10</b>	m	
altezza	<b>0.75</b> m	area liquida	0.360	m <sup>2</sup>	
franco	<b>0.00</b> m	pendenza canaletta	<b>0.00208</b>	m/m	
superficie	4240.00 m <sup>2</sup>	scabrezza (Manning)	0.015	s/m <sup>1/3</sup>	
		perimetro bagnato	2.200	m	
dimensioni effettive:		raggio idraulico	0.164	m	
superficie fondo	<b>4125.80</b> m <sup>2</sup>	velocità	0.91	m/s	
superficie sommità	<b>4451.10</b> m <sup>2</sup>				
volume disponibile	3216.34 m <sup>3</sup>				

Nella seconda tabella si riportano i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica e i dati del bacino afferente.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 19 di 26

Dati pluviometrici						
a - coeff curva h=atn per tempi inferiori all'ora						<b>102.34</b> mm/ore <sup>n</sup>
n' - coeff curva h=atn per tempi inferiori all'ora						<b>0.595</b> -
a - coeff curva h=atn per piogge orarie						<b>78.22</b> mm/ore <sup>n</sup>
n - coeff curva h=atn per piogge orarie						<b>0.170</b> -
Dati del bacino						
lunghezza del tratto	1123 m		da pk	<b>2917</b>	a pk	<b>4040</b>
pendenza del tratto	<b>0.00208</b> m/m				575	400 60
superficie afferente pavimentata	33243.35 m <sup>2</sup>		larghezza sup. aff. pav.	<b>18.95</b>	<b>1.5</b>	<b>3 165</b> m
coefficiente di deflusso superficie afferente non pavimentata	0.9 -		(=piattaforma AV+sempiattaforma LS e stradello+piazzale)			
coefficiente di deflusso superficie afferente aree agricole	0.6 -		larghezza sup. rilevato	<b>5</b> m		
coefficiente di deflusso superficie afferente aree agricole	0 m <sup>2</sup>		larghezza sup. agricola	<b>0</b> m		
coefficiente di deflusso superficie totale	0.1 -		(=fascia di campagna esterna)			
superficie totale	38858.35 m <sup>2</sup>	0.03886 km <sup>2</sup>			3.885835	ha
coeff di deflusso ragguagliato	0.86					
tempo di corrivazione Tc	22.96 min	0.383 ore				
Htc - altezza di pioggia caduta nel Tc	57.78 mm					
i(dt) - intensità di pioggia oraria in Tc (ietogramma rettangolare)	151.02 mm/h					
h(dt) - altezza di pioggia in mm relativa al passo di tempo dt - vedi tabella						
Qin - portata affluente	$Q_{in} = \frac{h(dt) \times S \times \varphi}{dt}$					

Si calcola quindi la massima portata scaricabile, dalla quale si ricava la dimensione della luce di efflusso.

Portata massima scaricabile		
Portata specifica scaricabile (consorzio APV)	5 l/s/ha	0.005 m <sup>3</sup> /s/ha
Qout - portata massima in uscita dall'invaso	19.429 l/s	0.019429 m <sup>3</sup> /s

Caratteristiche luce di efflusso		
diametro	<b>0.105</b> m	105 mm
coeff.	0.6 -	
sezione	0.0086590 m <sup>2</sup>	
g	9.806 m/s <sup>2</sup>	
carico massimo	0.6975 m	=altezza idrica - diametro/2
Qmax	0.019216 m <sup>3</sup> /s	19.216 l/s

Risulta una luce di efflusso di diametro 105 mm.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 20 di 26

Si procede poi con il calcolo del tempo di corrivazione, della massima portata di pioggia e del volume di laminazione con il metodo Alfonsi-Orsi descritto al paragrafo 4.4 e alla verifica del volume accumulato nel rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

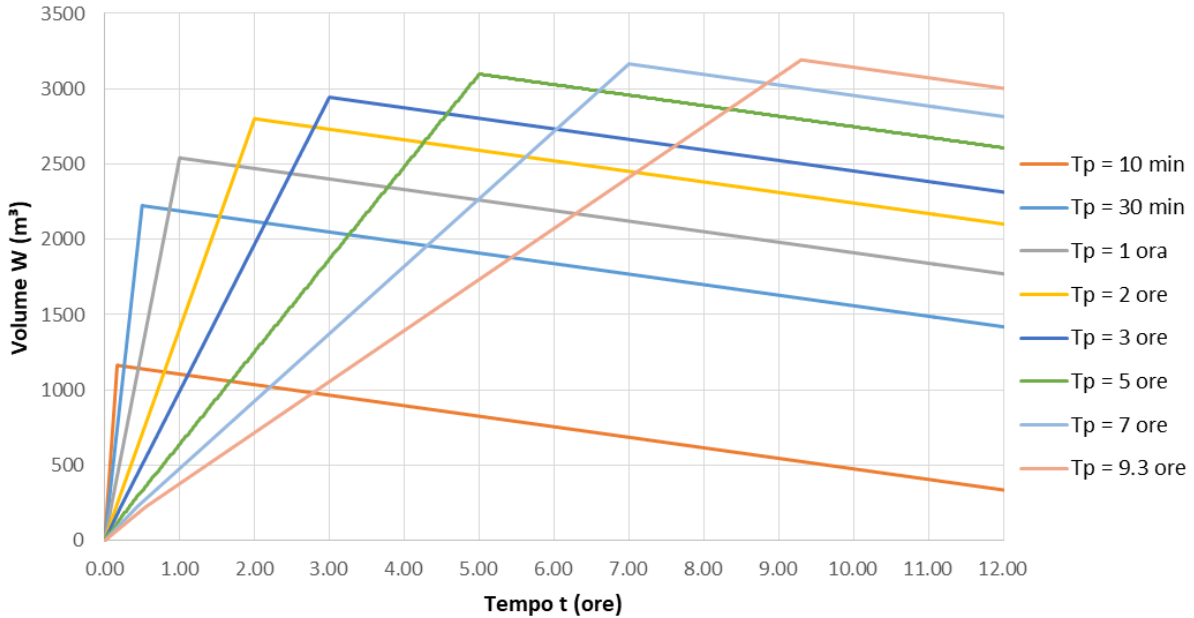
<b>CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE E DELLA PORTATA MASSIMA</b>					
tempo di afflusso (5 min)	0.083	ore	5.00	min	300.0 sec
tempo di rete (=L/v)	0.299	ore	17.96	min	1077.4 sec
<b>tempo di corrivazione</b>	<b>0.383</b>	ore	22.96	min	1377.4 sec
intensità di pioggia critica	151.02	mm/ora	0.1510	m/ora	
<b>portata massima</b>	1.39642	m³/s	<b>1396.42</b>	l/s	
volume massimo	1923.40	m³			
portata specifica scaricabile	5.00	l/s/ha			
<b>portata massima scaricabile</b>	0.019429	m³/s	<b>19.429</b>	l/s	
volume scaricabile	26.76	m³			
<b>CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE</b>					
Superficie del bacino scolante	<b>38858.35</b>	m²			
coefficiente di afflusso del bacino scolante	<b>0.86</b>				
a	0.07822	m/ore <sup>n</sup>			
n	0.17				
durata critica del bacino di laminazione	<b>9.30</b>	ore			
tempo di corrivazione del bacino scolante	0.383	ore			
portata massima scaricabile per invarianza idraulica	69.945	m³/h			
volume di laminazione	3131.390	m³			
	0.000				
<b>VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA</b>					
volume di laminazione	3131.39	m³			
volume disponibile	3216.34	m³			
delta volume	<b>84.95</b>	m³			

A seguire si riportano i grafici dei volumi accumulati e dei tiranti idrici in funzione della durata dell'evento meteorico e la tabella riepilogativi dei risultati della simulazione con il metodo cinematico.

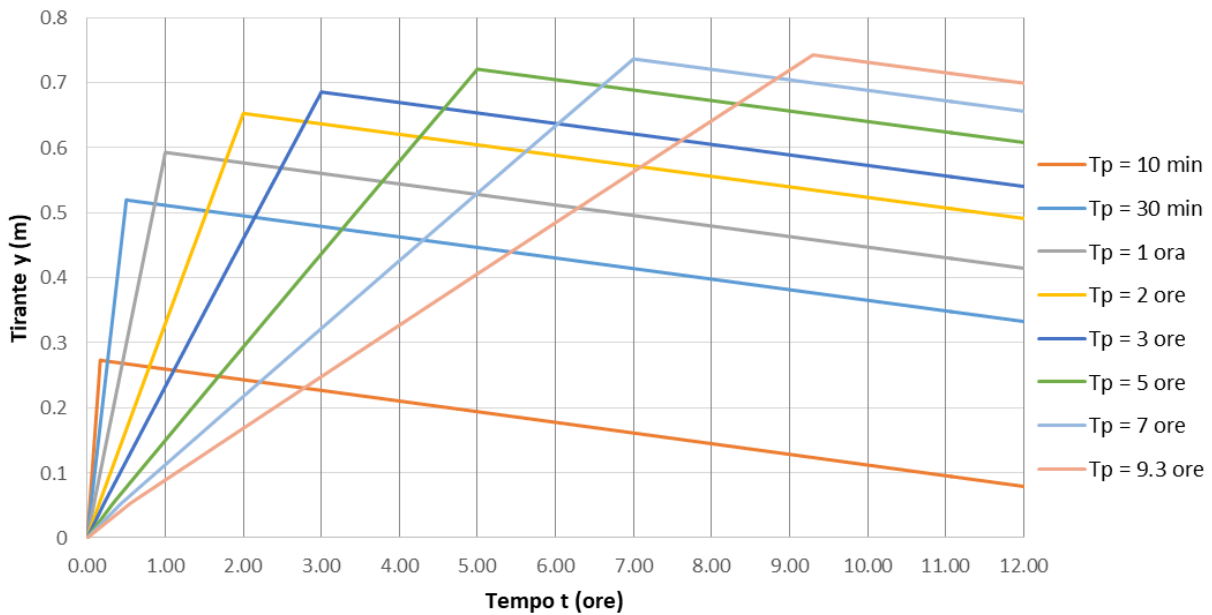
durata 1	durata 2	durata 3	durata 4	durata 5	durata 6	durata 7	durata 8	
<b>10</b>	<b>30</b>	60	120	180	300	420	558	min
0.17	0.50	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>	<b>5.00</b>	<b>7.00</b>	<b>9.30</b>	ore
35.24	67.75	78.22	88.00	94.28	102.84	108.89	114.28	mm
211.44	135.51	78.22	44.00	31.43	20.57	15.56	12.29	mm/h

<b>Risultati simulazione</b>		
Capacità dell'invaso	3216.3	m³
Massimo volume da invasare	3192.0	m³
Rapporto tra riempimento e capacità dell'invaso	99.2%	
Tempo di svuotamento	46.1	ore

Andamento del volume accumulato



Andamento del tirante idrico



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 22 di 26

## 8 VERIFICHE DELLE TUBAZIONI DI ATTRAVERSAMENTO

### 8.1 Tubazione RI11-TA01

Costituisce il primo tratto dell'attraversamento in cls alla progressiva km 3+975, sotto la linea AV/AC.

Ha diametro interno 800mm e pendenza longitudinale dello 0.5%.

La portata che vi transita è quella proveniente dai fossi di guardia RI11-FR01-AVBD (paragrafo 6.3, portata 558l/s) e RI11-FR02-AVBD (paragrafo 6.4, portata 43l/s) e viene scaricata nel tratto successivo RI11-TA02.

La verifica è soddisfatta, con un riempimento del 64% e una velocità di 1.76 m/s.

alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q				
	m	m <sup>2</sup>	m	m/s	mc/s				
1.00	0.0490	0.013	0.032	0.47	<b>0.006</b>		Verifica deflussi in condotta circolare		
1.10	0.0590	0.017	0.038	0.53	<b>0.009</b>		Dati:		
1.20	0.0699	0.021	0.045	0.59	<b>0.013</b>		Portata	<b>601</b>	l/s
1.30	0.0816	0.027	0.052	0.65	<b>0.018</b>		Pendenza longitudinale	<b>0.5</b>	%
1.40	0.0941	0.033	0.059	0.72	<b>0.024</b>		diametro	<b>800</b>	mm
1.50	0.1073	0.040	0.067	0.78	<b>0.031</b>		n Manning	<b>0.015</b>	s/m <sup>1/3</sup>
1.60	0.1213	0.048	0.075	0.84	<b>0.040</b>		risultati:		
1.70	0.1360	0.057	0.083	0.90	<b>0.051</b>		<b>h idrica =</b>	<b>0.51</b>	<b>m</b>
1.80	0.1514	0.066	0.092	0.96	<b>0.063</b>		<b>R raggio idraulico =</b>	<b>0.23</b>	<b>m</b>
1.90	0.1673	0.076	0.100	1.02	<b>0.078</b>		<b>V velocità =</b>	<b>1.76</b>	<b>m/s</b>
2.00	0.1839	0.087	0.109	1.08	<b>0.094</b>		<b>% riempimento =</b>	<b>64</b>	<b>%</b>
2.10	0.2010	0.099	0.118	1.13	<b>0.112</b>				
2.20	0.2186	0.111	0.127	1.19	<b>0.132</b>				
2.30	0.2366	0.124	0.135	1.24	<b>0.154</b>				
2.40	0.2551	0.138	0.144	1.29	<b>0.178</b>				
2.50	0.2739	0.152	0.152	1.34	<b>0.204</b>				
2.60	0.2930	0.167	0.160	1.39	<b>0.232</b>				
2.70	0.3124	0.182	0.168	1.44	<b>0.261</b>				
2.80	0.3320	0.197	0.176	1.48	<b>0.292</b>				
2.90	0.3518	0.213	0.184	1.52	<b>0.324</b>				
3.00	0.3717	0.229	0.191	1.56	<b>0.357</b>				
3.10	0.3917	0.245	0.197	1.60	<b>0.391</b>				
3.20	0.4117	0.261	0.204	1.63	<b>0.425</b>				
3.30	0.4316	0.277	0.210	1.66	<b>0.460</b>				
3.40	0.4515	0.292	0.215	1.69	<b>0.495</b>				
3.50	0.4713	0.308	0.220	1.72	<b>0.529</b>				
3.60	0.4909	0.323	0.225	1.74	<b>0.563</b>				
3.70	0.5102	0.338	0.229	1.76	<b>0.596</b>				
3.80	0.5293	0.353	0.232	1.78	<b>0.629</b>				
3.90	0.5481	0.367	0.235	1.80	<b>0.659</b>				
4.00	0.5665	0.381	0.238	1.81	<b>0.689</b>				

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 23 di 26

## 8.2 Tubazione RI11-TA02

Costituisce il secondo tratto dell'attraversamento in cls alla progressiva km 3+975, sotto la linea AV/AC.

Ha diametro interno 1000mm e pendenza longitudinale dello 0.6%.

La portata che vi transita è quella proveniente dal tratto precedente (RI11-TA01) cui si somma quella proveniente dai fossi di guardia RI11-FR04-AVBP (paragrafo 6.5, portata 586l/s) e RI11-FR05-AVBP (paragrafo 6.6, portata 48l/s) e viene scaricata nel bacino di laminazione RI11-BL01.

La verifica è soddisfatta, con un riempimento del 64% e una velocità di 2.24 m/s.

alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q			
	m	m <sup>2</sup>	m	m/s	mc/s			
1.00	0.0612	0.020	0.040	0.60	<b>0.012</b>			
1.10	0.0737	0.026	0.047	0.68	<b>0.018</b>			
1.20	0.0873	0.033	0.056	0.75	<b>0.025</b>			
1.30	0.1020	0.042	0.065	0.83	<b>0.035</b>			
1.40	0.1176	0.052	0.074	0.91	<b>0.047</b>			
1.50	0.1342	0.063	0.084	0.99	<b>0.062</b>			
1.60	0.1516	0.075	0.094	1.07	<b>0.080</b>			
1.70	0.1700	0.089	0.104	1.14	<b>0.101</b>			
1.80	0.1892	0.103	0.115	1.22	<b>0.126</b>			
1.90	0.2092	0.119	0.125	1.29	<b>0.154</b>			
2.00	0.2298	0.136	0.136	1.37	<b>0.186</b>			
2.10	0.2512	0.155	0.147	1.44	<b>0.223</b>			
2.20	0.2732	0.174	0.158	1.51	<b>0.263</b>			
2.30	0.2958	0.194	0.169	1.58	<b>0.307</b>			
2.40	0.3188	0.216	0.180	1.64	<b>0.354</b>			
2.50	0.3423	0.238	0.190	1.71	<b>0.406</b>			
2.60	0.3663	0.261	0.200	1.77	<b>0.461</b>			
2.70	0.3905	0.284	0.210	1.83	<b>0.519</b>			
2.80	0.4150	0.308	0.220	1.88	<b>0.580</b>			
2.90	0.4397	0.333	0.229	1.94	<b>0.644</b>			
3.00	0.4646	0.357	0.238	1.98	<b>0.709</b>			
3.10	0.4896	0.382	0.247	2.03	<b>0.776</b>			
3.20	0.5146	0.407	0.255	2.07	<b>0.845</b>			
3.30	0.5396	0.432	0.262	2.11	<b>0.914</b>			
3.40	0.5644	0.457	0.269	2.15	<b>0.983</b>			
3.50	0.5891	0.481	0.275	2.18	<b>1.051</b>			
3.60	0.6136	0.505	0.281	2.21	<b>1.119</b>			
3.70	0.6378	0.529	0.286	2.24	<b>1.185</b>			
3.80	0.6616	0.551	0.290	2.26	<b>1.248</b>			
3.90	0.6851	0.573	0.294	2.28	<b>1.310</b>			
4.00	0.7081	0.595	0.297	2.30	<b>1.368</b>			

Verifica deflussi in condotta circolare  
 Dati:  
 Portata **1233** l/s  
 Pendenza longitudinale **0.6** %  
 diametro **1000** mm  
 n Manning **0.015** s/m<sup>1/3</sup>  
 risultati:  
**h idrica = 0.64 m**  
**R raggio idraulico = 0.29 m**  
**V velocità = 2.24 m/s**  
**% riempimento = 64 %**

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 24 di 26

### 8.3 Tubazioni FA02-TA01 e FA02-TA02

Si tratta delle due tubazioni che collegano i tratti di fossi di guardia intorno al piazzale FA02.

Hanno diametro interno 1000mm e pendenza longitudinale dello 0.5%.

La portata che vi transita è quella del fosso di guardia (paragrafo 6.5).

Dalla verifica risulta un riempimento del 42% e una velocità di 1.72 m/s.

alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q			
	m	mq	m	m/s	mc/s			
1.00	0.0612	0.020	0.040	0.55	<b>0.011</b>	Verifica deflussi in condotta circolare		
1.10	0.0737	0.026	0.047	0.62	<b>0.016</b>	Dati:		
1.20	0.0873	0.033	0.056	0.69	<b>0.023</b>	Portata	<b>586</b>	l/s
1.30	0.1020	0.042	0.065	0.76	<b>0.032</b>	Pendenza longitudinale	<b>0.5</b>	%
1.40	0.1176	0.052	0.074	0.83	<b>0.043</b>	di diametro	<b>1000</b>	mm
1.50	0.1342	0.063	0.084	0.90	<b>0.057</b>	n Manning	<b>0.015</b>	s/m <sup>1/3</sup>
1.60	0.1516	0.075	0.094	0.97	<b>0.073</b>	risultati:		
1.70	0.1700	0.089	0.104	1.04	<b>0.092</b>	<b>h idrica =</b>	<b>0.42</b>	<b>m</b>
1.80	0.1892	0.103	0.115	1.11	<b>0.115</b>	<b>R raggio idraulico =</b>	<b>0.22</b>	<b>m</b>
1.90	0.2092	0.119	0.125	1.18	<b>0.141</b>	<b>V velocità =</b>	<b>1.72</b>	<b>m/s</b>
2.00	0.2298	0.136	0.136	1.25	<b>0.170</b>	<b>% riempimento =</b>	<b>42</b>	<b>%</b>
2.10	0.2512	0.155	0.147	1.31	<b>0.203</b>			
2.20	0.2732	0.174	0.158	1.38	<b>0.240</b>			
2.30	0.2958	0.194	0.169	1.44	<b>0.280</b>			
2.40	0.3188	0.216	0.180	1.50	<b>0.324</b>			
2.50	0.3423	0.238	0.190	1.56	<b>0.371</b>			
2.60	0.3663	0.261	0.200	1.61	<b>0.421</b>			
2.70	0.3905	0.284	0.210	1.67	<b>0.474</b>			
2.80	0.4150	0.308	0.220	1.72	<b>0.529</b>			
2.90	0.4397	0.333	0.229	1.77	<b>0.587</b>			
3.00	0.4646	0.357	0.238	1.81	<b>0.647</b>			



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 25 di 26

## 9 VERIFICHE DELLE TUBAZIONI DI SCARICO

### 9.1 Tubazione RI11-TS01

Si tratta di una tubazione in PVC DE315 di collegamento tra la vasca di laminazione (RI11-BL01) e il pozzetto regolatore di portata (RI11-MRP01).

Non necessita di verifica in quanto ha la semplice funzione di mettere in comunicazione due "serbatoi" all'interno dei quali, per il principio dei vasi comunicanti, si instaura lo stesso livello idrico. Il tubo, posto sul fondo della vasca, risulta praticamente sempre pieno.

### 9.2 Tubazioni RI11-TS02, RI11-TS03 e RI11-TS04

Si tratta della tubazione in CLS che scarica la portata laminata dalla vasca di laminazione RI11-BL01 (paragrafo 7.1) attraverso il pozzetto regolatore di portata (RI11-MRP01) verso la Fossa Gardesana.

Ha diametro interno 400mm e una pendenza longitudinale del 2.8%.

La portata è quella che transita dalla luce di efflusso del bacino di laminazione RI11-BL01, ovvero 19.43l/s.

La tubazione è verificata con un riempimento del 17% e una velocità di 1.32m/s.

alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q		
	m	mq	m	m/s	mc/s		
1.00	0.0245	0.003	0.016	0.69	<b>0.002</b>	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0295	0.004	0.019	0.78	<b>0.003</b>	Dati:	
1.20	0.0349	0.005	0.022	0.87	<b>0.005</b>	Portata	<b>19.429</b> l/s
1.30	0.0408	0.007	0.026	0.96	<b>0.006</b>	Pendenza longitudinale	<b>2.7</b> %
1.40	0.0470	0.008	0.030	1.05	<b>0.009</b>	di diametro	<b>400</b> mm
1.50	0.0537	0.010	0.034	1.14	<b>0.011</b>	n Manning	<b>0.015</b> s/m <sup>1/3</sup>
1.60	0.0607	0.012	0.038	1.23	<b>0.015</b>	risultati:	
1.70	0.0680	0.014	0.042	1.32	<b>0.019</b>	<b>h idrica =</b>	<b>0.07 m</b>
1.80	0.0757	0.017	0.046	1.40	<b>0.023</b>	<b>R raggio idraulico =</b>	<b>0.04 m</b>
1.90	0.0837	0.019	0.050	1.49	<b>0.028</b>	<b>V velocità =</b>	<b>1.32 m/s</b>
2.00	0.0919	0.022	0.055	1.58	<b>0.034</b>	<b>% riempimento =</b>	<b>17 %</b>
2.10	0.1005	0.025	0.059	1.66	<b>0.041</b>		
2.20	0.1093	0.028	0.063	1.74	<b>0.048</b>		
2.30	0.1183	0.031	0.068	1.82	<b>0.056</b>	Lunghezza	<b>7.4</b> m
2.40	0.1275	0.034	0.072	1.89	<b>0.065</b>	Quota iniziale	<b>46.00</b> m s.l.m.
2.50	0.1369	0.038	0.076	1.97	<b>0.075</b>	Quota finale	<b>45.96</b> m s.l.m.
2.60	0.1465	0.042	0.080	2.04	<b>0.085</b>	Pendenza	0.50%
2.70	0.1562	0.045	0.084	2.10	<b>0.096</b>	Lunghezza	<b>57.4</b> m
2.80	0.1660	0.049	0.088	2.17	<b>0.107</b>	Quota iniziale	<b>45.56</b> m s.l.m.
2.90	0.1759	0.053	0.092	2.23	<b>0.119</b>	Quota finale	<b>44.00</b> m s.l.m.
3.00	0.1859	0.057	0.095	2.29	<b>0.131</b>	Pendenza	2.72%
3.10	0.1958	0.061	0.099	2.34	<b>0.143</b>		
3.20	0.2058	0.065	0.102	2.39	<b>0.156</b>		
3.30	0.2158	0.069	0.105	2.43	<b>0.168</b>		
3.40	0.2258	0.073	0.108	2.48	<b>0.181</b>		
3.50	0.2356	0.077	0.110	2.52	<b>0.194</b>		
3.60	0.2454	0.081	0.112	2.55	<b>0.206</b>		
3.70	0.2551	0.085	0.114	2.58	<b>0.218</b>		
3.80	0.2647	0.088	0.116	2.61	<b>0.230</b>		
3.90	0.2740	0.092	0.118	2.63	<b>0.241</b>		
4.00	0.2832	0.095	0.119	2.65	<b>0.252</b>		

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E I2 RI RI 11 0 4 001	Rev. A	Foglio 26 di 26

## 10 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1711EI2RGID0000004	RELAZIONE IDROLOGICA
IN1711EI2P8RI09A40001	PLANIMETRIA IDRAULICA RI09A
IN1711EI2P8RI10A40001	PLANIMETRIA IDRAULICA RI10A
IN1711EI2RIRI09A40001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE RI09A
IN1711EI2RIRI10A40001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE RI10A